

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL AGREGADO DE LA
CANtera DE HUANCHACO Y DEL MILAGRO EN LAS
PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE PARA
DRENAJE, TRUJILLO 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Gilver Alex Andre Mostacero Leon

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020



Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE IMAGENES	10
ÍNDICE DE GRÁFICAS	12
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad Problemática:	16
1.2. Formulación del problema:	27
1.3. Objetivos	27
1.3.1. Objetivo General.....	27
1.3.1. Objetivos Específicos.....	27
1.4. Hipótesis	28
1.4.1. Hipótesis General.....	28
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	31
2.1. Tipo de investigación	31
2.1.1. Diseño de investigación.....	31
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	32
2.1.1. Población.....	32
2.2.2. Muestra.....	32
2.3. Técnicas e instrumentos de análisis de datos	34
2.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	34
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	34
2.3.3. Procedimiento.....	35
2.3.3.1. Secuencia Experimental.....	35
2.3.4. Adquisición de materiales.....	36
2.3.5. Caracterización de material.....	37
2.3.5.1. Contenido de Humedad	37
2.3.5.2. Peso Específico Aparente, real y absorción del agregado.....	38
2.3.5.3. Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado grueso y relación de vacíos.....	40
2.3.5.4. Análisis Granulométricos.....	42
2.3.5.5. Diseño de Mezclas.....	43
2.3.6. Elaboración de probetas.....	43
2.3.7. Curado de probetas.....	43
2.3.8. Ensayos.....	44
2.3.8.1. Asentamiento.....	44
2.3.8.2. Peso Unitario.....	45
2.3.8.3. Resistencia a la Compresión.....	46

2.3.8.4.	Permeabilidad.....	47
2.3.8.5.	Velocidad de Infiltración.....	50
2.4.	Técnicas e instrumentos de análisis de datos.....	52
2.4.1.	Método de análisis de datos.....	52
2.4.2.	Instrumentos de análisis de datos.....	52
CAPÍTULO III. RESULTADOS		52
3.1.	Caracterización del agregado.....	52
3.1.1.	Contenido de humedad natural del agregado grueso.....	53
3.1.2.	Peso específico y absorción.....	54
3.1.3.	Peso volumétrico suelto y porcentaje de vacíos.....	55
3.1.4.	Análisis Granulométrico por tamizado.....	57
3.2.	Diseños de mezclas.....	59
3.3.	Ensayo de asentamiento y peso unitario.....	62
3.3.1.	Asentamiento del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	62
3.3.2.	Asentamiento del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	62
3.3.3.	Peso unitario suelto y compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	63
3.3.4.	Peso unitario suelto y compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	64
3.4.	Resistencia a la compresión.....	65
3.5.	Coeficiente de permeabilidad.....	67
3.6.	Velocidad de infiltración.....	68
3.7.	Prueba de normalidad.....	69
3.7.1.	Resistencia a la compresión.....	69
3.7.2.	Coeficiente de permeabilidad.....	70
3.7.3.	Velocidad de infiltración.....	71
3.8.	Análisis de la varianza.....	71
3.8.1.	Resistencia a la compresión.....	71
3.8.2.	Coeficiente de permeabilidad.....	73
3.8.3.	Velocidad de Infiltración.....	73
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		74
4.1.	Discusión.....	75
4.1.1.	Caracterización del agregado.....	75
4.1.1.1.	Contenido de Humedad.....	75
4.1.1.2.	Peso Específico aparente y real del agregado grueso.....	76
4.1.1.3.	Porcentaje de Absorción del agregado.....	77
4.1.1.4.	Peso volumétrico suelto y compacto de los agregados.....	78
4.1.1.5.	Análisis granulométrico de agregado grueso.....	80
4.2.	Conclusiones.....	91
4.3.	Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS.....		92
ANEXOS		96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Hipótesis General.....	28
Tabla N°02: Hipótesis Específica 01.....	29
Tabla N°03: Hipótesis Específica 02.....	29
Tabla N°04: Hipótesis Específica 03.....	30
Tabla N°05: Número de probetas a elaborar por cada ensayo.....	33
Tabla N°06: Contenido de humedad del agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" de la cantera del Milagro.....	53
Tabla N°07: Contenido de humedad del agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	53
Tabla N°08: Peso Específico aparente, real y absorción del agregado grueso de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.....	54
Tabla N°09: Peso Específico aparente, real y absorción del agregado grueso de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	54
Tabla N°10: Peso Unitario suelto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.....	55
Tabla N°11: Peso Unitario suelto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	55
Tabla N°12: Peso Unitario compacto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.....	56
Tabla N°13: Peso Unitario compacto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	56
Tabla N°14: Análisis Granulométrico de la cantera del Milagro.....	57
Tabla N°15: Análisis Granulométrico de la cantera de Huanchaco.....	58
Tabla N°16: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/8" de la cantera del Milagro para 1 m ³	59
Tabla N°17: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 1/2" de la cantera del Milagro para 1 m ³	59

Tabla N°18: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/4" de la cantera del Milagro para 1 m ³	60
Tabla N°19: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/8" de la cantera de Huanchaco para 1 m ³	60
Tabla N°20: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 1/2" de la cantera de Huanchaco para 1 m ³	61
Tabla N°21: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/4" de la cantera de Huanchaco para 1 m ³	61
Tabla N°22: Ensayo de Asentamiento o Slump del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	62
Tabla N°23: Ensayo de Asentamiento o Slump del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	62
Tabla N°24: Ensayo de Peso Unitario Suelto del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	63
Tabla N°25: Ensayo de Peso Unitario Compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	63
Tabla N°26: Ensayo de Peso Unitario Suelto del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	64
Tabla N°27: Ensayo de Peso Unitario Compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	64
Tabla N°28: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera del Milagro a los 7 días de curado.....	65
Tabla N°29: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera del Milagro a los 28 días de curado.....	65
Tabla N°30: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera de Huanchaco a los 7 días de curado.....	66
Tabla N°31: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera de Huanchaco a los 28 días de curado.....	66
Tabla N°32: Coeficiente de Permeabilidad de agregado de la cantera del Milagro.....	67

Tabla N°33: Coeficiente de Permeabilidad de agregado de la cantera de Huanchaco.....	67
Tabla N°34: Test de infiltración de concreto permeable con agregado de la cantera del Milagro.....	67
Tabla N°35: Test de infiltración de concreto permeable con agregado de la cantera de Huanchaco.....	68
Tabla N°36: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 7 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	68
Tabla N°37: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 7 días de curado con respecto a la cantera de procedencia.....	68
Tabla N°38: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	69
Tabla N°39: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado con respecto a la cantera de procedencia.....	70
Tabla N°40: Prueba de Normalidad de Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	70
Tabla N°41: Prueba de Normalidad de Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	70
Tabla N°42: Prueba de Normalidad de la Velocidad de Infiltración a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	71
Tabla N°43: Prueba de Normalidad de la Velocidad de Infiltración a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	71
Tabla N°44: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días con respecto a la cantera de procedencia.....	71
Tabla N°45: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días con respecto a la cantera de procedencia.....	72
Tabla N°46: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días con respecto a la cantera de procedencia.....	72
Tabla N°47: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días con respecto a la cantera de procedencia.....	72
Tabla N°48: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de permeabilidad del concreto a 28 días de curado.....	73

Tabla N°49: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de permeabilidad del concreto a 28 días de curado.....	73
Tabla N°50: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo velocidad de infiltración del concreto a 28 días de curado.....	74
Tabla N°51: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo velocidad de infiltración del concreto a 28 días de curado.....	74
Tabla N°52: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Contenido de Humedad.	
Tabla N°53: Guía de Observación del agregado de la cantera Huanchaco, ensayo: Contenido de Humedad.	98
Tabla N°54: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	100
Tabla N°55: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	101
Tabla N°56: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso volumétrico compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	102
Tabla N°57: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso volumétrico compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	103
Tabla N°58: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.....	104
Tabla N°59: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.....	105
Tabla N°60: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Análisis Granulométrico y Modulo de Finura.....	106
Tabla N°61: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Análisis Granulométrico y Modulo de Finura.....	107
Tabla N°62: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Resistencia a la Compresión a 7 días.....	108
Tabla N°63: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Resistencia a la Compresión a 28 días.....	109

Tabla N°64: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Resistencia a la Compresión a 7 días	110
Tabla N°65: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Resistencia a la Compresión a 28 días.....	111
Tabla N°66: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Permeabilidad a 28 días.....	112
Tabla N°67: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Permeabilidad a 28 días.....	113
Tabla N°68: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Velocidad de Infiltración a 28 días.....	114
Tabla N°69: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Velocidad de Infiltración a 28 días.....	115

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen N°01: Permeámetro recomendado por ACI 522R-10.....	47
Imagen N°02: Montaje del permeámetro.....	48
Imagen N°03: Permeámetro construido tomando como referencia la norma ACI 522R-10.....	49
Imagen N°04: Dimensiones de anillo de infiltración.....	50
Imagen N°05: Visita a la cantera de Huanchaco para poder extraer el agregado.....	115
Imagen N°06: Visita y extracción de agregado de la cantera de del Milagro.....	116
Imagen N°07: Pesando la muestra en estado natural, para realizar el ensayo de contenido de humedad.....	117
Imagen N°08: Retiro de la muestra del horno, la cual estuvo dentro por un tiempo promedio de 24 horas.....	118
Imagen N°09: Lavado de la muestra, para proceder con el ensayo.....	119
Imagen N°10: Material sumergido en agua por un periodo de tiempo de 24 horas.....	120
Imagen N°11: Colocando el agregado en la malla metálica para obtener el peso sumergido.....	121
Imagen N°12: Peso del molde para proceder con el ensayo.....	122
Imagen N°13: Realizando el vaciado del agregado en el recipiente, sin compactar.....	123
Imagen N°14: Realizando la compactación del agregado con la varilla.....	124
Imagen N°15: Realizando el tamizado del agregado.....	125
Imagen N°16: Material retenido en cada malla.....	126
Imagen N°17: Material retenido en cada malla.....	127
Imagen N°18: Preparación de mezcla en trompo.....	128
Imagen N°19: Mezcla en estado fresco, agregado de $\frac{1}{2}$ ".....	129
Imagen N°20: Mezcla en estado fresco, agregado de $\frac{3}{8}$ ".....	130
Imagen N°21: Midiendo el asentamiento del concreto.....	131
Imagen N°22: Medida del asentamiento en estado fresco.....	132

Imagen N°23: Elaboración de probetas Cilíndricas y rectangulares.....	133
Imagen N°24: Elaboración de probetas cilíndrica para el ensayo de permeabilidad.....	134
Imagen N°25: Elaboración de probetas cilíndrica para el ensayo de compresión.....	135
Imagen N°26: Desencofrado de probetas cilíndricas.....	136
Imagen N°27: Desencofrado de probetas rectangulares.....	137
Imagen N°28: Colocación de probetas cilíndricas en la poza de curado.....	138
Imagen N°29: Curado de las probetas rectangulares con papel fill, para el ensayó de infiltración.....	139
Imagen N°30: Probetas listas para ser ensayadas a compresión.....	140
Imagen N°31: Realizando la medida del largo de las probetas con vernier.....	141
Imagen N°32: Realizando la medida del diámetro de las probetas con vernier.....	142
Imagen N°33: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión en la compresora hidráulica.....	143
Imagen N°34: Falla de la probeta.....	144
Imagen N°35: Falla de la probeta, elaborada con agregado de ½".....	145
Imagen N°36: Falla de la probeta, elaborada con agregado de ¾".....	146
Imagen N°37: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión con la inspección del ingeniero asesor de tesis.....	147
Imagen N°38: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión.....	148
Imagen N°39: Realizando el ensayó de permeabilidad y midiendo el nivel de agua.....	149
Imagen N°40: Punto de salida de agua del permeámetro.....	150
Imagen N°41: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de ¾".....	151
Imagen N°42: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de 3/8".....	152
Imagen N°43: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de ¾".....	153

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N°01: Diseño de Investigación.....	32
Gráfica N°02: Secuencia Experimental.....	36
Gráfica N°03: Curva Granulométrica de la cantera del Milagro.....	57
Gráfica N°04: Curva Granulométrica de la cantera de Huanchaco.....	58
Gráfica N°05: Contenido de Humedad del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	75
Gráfica N°06: Peso Específico del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	76
Gráfica N°07: Porcentaje de Absorción del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	77
Gráfica N°08: Peso Unitario Suelto Seco promedio de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	79
Gráfica N°09: Peso Unitario Compacto Seco promedio de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	79
Gráfica N°10: Resistencia a la Compresión promedio a 7 días de curado de las canteras de Huanchaco y el Milagro.....	81
Gráfica N°11: Resistencia a la Compresión promedio a 28 días de curado de las canteras de Huanchaco y del Milagro.....	81
Gráfica N°12: Coeficiente de Permeabilidad del Concreto elaborado con los agregados de las canteras de Huanchaco y del Milagro.....	84
Gráfica N°13: Tamaño de Poros Vs Tamaño de Agregado.....	85
Gráfica N°14: Velocidad de Infiltración del Concreto elaborado con los agregados de las canteras de Huanchaco y del Milagro.....	86
Gráfica N°15: Percolación Vs Contenido de aire.....	87
Gráfica N°16: Resistencia a la Compresión Vs Permeabilidad del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	88

Gráfica N°17: Resistencia a la Compresión Vs Permeabilidad del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	89
Gráfica N°18: Resistencia a la Compresión Vs Contenido de Vacíos para tamaños de agregado N°8 y N°67.....	90

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, en la Universidad Privada del Norte, se determinó la influencia del tamaño de agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro en las propiedades de drenaje, en la elaboración de concreto permeable. Para la elaboración de la tesis se empleó un diseño experimental y experimental puro, el muestreo fue probabilístico, para la recolección de datos se utilizó como técnica la observación y como instrumento la guía de observación, para el análisis de datos se empleó la inferencia estadística.

El problema en la ciudad de Trujillo año tras año, cada vez que ocurren o se encuentra en temporadas de lluvia está expuesto a inundaciones de las diferentes calles, avenidas y parques; sufriendo estos daños y ocasionando problemas e incomodidad en los ciudadanos. Para el desarrollo del trabajo de investigación se elaboraron diseños de mezcla por cada tamaño de agregado y por cada cantera. Posteriormente se llevó a cabo los ensayos de permeabilidad, velocidad de infiltración y resistencia a la compresión, así se pudo evaluar y comparar las características hidráulicas y mecánicas de cada concreto elaborado con agregado de 3/8", 1/2" y 3/4". De los resultados obtenidos en los ensayos, se determinó que la permeabilidad promedio del concreto con agregado de procedencia de la cantera de Huanchaco, para el agregado de 3/8" fue 0.20 cm/s, 1/2" fue 0.28 cm/s y de 3/4" fue 0.51 cm/s; para la cantera del Milagro los resultados de la permeabilidad para el agregado de 3/8" fue 0.22cm/s. Para ensayo de velocidad de infiltración, como resultados promedio para el concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco de 3/8", 1/2" y 3/4" fueron 2,235.25 mm/s; 2,612.19 mm/s y 3, 417.46 mm/s. De igual manera se obtuvieron los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con una edad de 7 días de curado para un concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro, con tamaño de 3/8", 1/2" y 3/4", siendo la resistencia promedio de 74.17 kg/cm², 67.31 kg/cm², 46.57 kg/cm² y para la cantera de del Milagro los resultados promedio obtenidos fueron 76.38 kg/cm², 56.73 kg/cm² y 50.49 kg/cm² respectivamente. También se realizó el ensayo a una edad de curado de 28 días, obteniendo como resistencia promedio de 120.52 kg/cm², 87.45 kg/cm² y 56.27 kg/cm² para el concreto elaborado con agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" respectivamente, agregado de procedencia de la cantera de Huanchaco, lo mismo para el agregado de la cantera del Milagro, teniendo como resistencia promedio para el concreto con agregado de 3/8", 1/2"y 3/4" una resistencia de 107.74 kg/cm², 71.34 kg/cm² y 62.11 kg/cm², respectivamente.

La investigación concluye que el concreto permeable elaborado con agregado de 3/8" y 1/2" presentan un mejor y mayor comportamiento hidráulico, que comprenden y se encuentran entre los valores y rangos establecidos por la ACI 522R-10, que son de procedencia de la cantera de Huanchaco, que también presentan una mayor resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present investigation was developed in the city of Trujillo, at the Private University of the North, the influence of the aggregate size of the Huanchaco and the Miracle quarry on the drainage properties was determined, in the elaboration of permeable concrete. A pure experimental and experimental design was used to prepare the thesis, the sampling was probabilistic, observation was used as the technique for data collection and the observation guide was used as an instrument, the data analysis was used statistical inference.

The problem in the city of Trujillo year after year, whenever they occur or are in rainy seasons, is exposed to flooding from the different streets, avenues and parks; suffering these damages and causing problems and discomfort for citizens. For the development of the research work, mix designs were made for each aggregate size and for each quarry. Subsequently, the permeability, infiltration speed and compression resistance tests were carried out, thus evaluating and comparing the hydraulic and mechanical characteristics of each concrete made with 3/8", 1/2" and 3/4" aggregate. " From the results obtained in the tests, it was determined that the average permeability of the concrete with aggregate of origin from the Huanchaco quarry, for the aggregate of 3/8" was 0.20 cm / s, 1/2" was 0.28 cm / s and 3 / 4" was 0.51 cm / s; for the Milagro quarry the permeability results for the 3/8" aggregate was 0.22 cm / s. For the infiltration speed test, as average results for the concrete made with aggregate from the Huanchaco quarry of 3/8", 1/2" and 3/4" were 2,235.25 mm / s; 2,612.19 mm / s and 3, 417.46 mm / s. In the same way, the results of the compression resistance test were obtained with an age of 7 days of curing for a concrete made with aggregate from the Huanchaco and Milagro quarry, with a size of 3/8", 1/2" and 3/4", the average resistance being 74.17 kg / cm², 67.31 kg / cm², 46.57 kg / cm² and for the del Milagro quarry the average results obtained were 76.38 kg / cm², 56.73 kg / cm² and 50.49 kg / cm² respectively. The test was also carried out at a curing age of 28 days, obtaining as average resistance of 120.52 kg / cm², 87.45 kg / cm² and 56.27 kg / cm² for concrete made with aggregate of 3/8", 1/2" and 3/4" respectively, added from the Huanchaco quarry, the same for the addition of the Miracle quarry, having as average resistance for the concrete with added 3/8", 1/2" and 3/4" a resistance of 107.74 kg / cm², 71.34 kg / cm² and 62.11 kg / cm², respectively.

The investigation concludes that the permeable concrete made with aggregate of 3/8" and 1/2" present a better and greater hydraulic behavior, which comprise and are among the values and ranges established by ACI 522R-10, which are from the Huanchaco quarry, which also have greater compressive strength.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- American Concrete Institute Committee 522. (2010). *522R-10: Report on Pervious Concrete*. Concrete.
<https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/51663557>
- Andrés-Valeri, V., Castro-Fresno, D., Sañudo-Fontaneda, L., Rodríguez-Hernández, L., Ballester-Muñoz, F., & Canteras-Jordana, J. (2014). Rehabilitación Hidrológica Urbana. *Rehabend*, 1-4. <https://core.ac.uk/download/pdf/147471255.pdf>
- ASTM C 127 - 128. (2001). *Peso Específico Aparente, Real Del Agregado Grueso Y Absorción Del Agregado*.
- ASTM C 1688. (2011). *Método De Prueba Para El Peso Unitario Y Contenido De Vacíos Del Concreto En Estado Fresco*.
- ASTM C 1701. (s.f.). *Standard Test Method For Infiltration Rate Of In Place Pervious Concrete*.
- Benites Bustamante, J. C. (2014). Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera Río Jequetepeque y el Aditivo Chemaplast. (Tesis de Ingeniería). Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/522/T%20620.19%20B467%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bertrand, A. (1908). *Alcantarillado de Santiago actualmente en construcción*. (Ministerio del Interior del Gobierno de Chile, Ed.). Ministerio del Interior del Gobierno de Chile.
- Febles Domènech, M. D., & Perales Momparler, S. (2010). Innovación y Sostenibilidad en la Gestión del Drenaje Urbano: Primeras Experiencias de SuDS en la Ciudad de Barcelona. Ingeniería del Agua. <http://www.ingenieriadelagua.com/2004/JIA/Jia2009/fs/CO07rev.pdf>
- González Fernández, J. (2016). Estudio de alternativas para la construcción de firmes permeables (Tesis de Ingeniería Civil). Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria.
<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/9259?show=full>
- International Disaster Database–EM-DAT–. (2011). *International Disaster Database*.
- Laguna Aleman, J. A., & Piedrahita Gonzales, O. J. (2017). *Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en cartagena de indias para uso de pavimentos en parqueaderos* (Tesis de Ingeniería Civil). Repositorio de la Universidad de Cartagena.
https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4153/LAGUNA_PIEDRAHITA_20160222FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Maldonado Lozano, A., & Paredes Aguilar, L. (2015). *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto* (Tesis de Maestría). Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Ingeniería.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3404>
- Meneses Roa ,J & Perez Bocanegra ,D.(2017) . *Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales*.(Tesis de Ingenieria). Repositorio Institucional de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5374/P%c3%a1ezBocanegraDiegoAlberto2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Transporte E 207 (2007). *Abrasion Los Angeles (L.A) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm(1 ½") MTC E. MTC*. <https://docplayer.es/Abrasion-los-angeles-l-a-al-desgaste-de-los-agregados-de-tamanos-menores-de-37-5-mm-1-1/20232218-2-mtc-e-207-2000.html>
- Moujir, Y., & Castañeda, I. (2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*.(Tesis de Licenciatura) Pontificia Universidad Javeriana .
<http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/3082>
- Naira, P. C., & Pari, V. H. (2016). *evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del Software Swmm*. (Tesis de Ingenieria) Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano .
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2975>
- NTP 339.185. (2013). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*.
- NTP 400.012. (2001). *Analisis granulometrico del agregado fino, grueso, global*.
- NTP 400.017. (1999). *Metodo de ensayo para determinar el peso volumetrico unitario del agregado*.
- NTP 400.021. (2002). *Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y absorcion del agregado grueso*.
- Perales Monparler, S., & Andres Domenech, I. (2008). *Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: Una Alternativa a la Gestión del Agua de Lluvia*. Universidad Politécnica de Valencia.
https://www.researchgate.net/publication/237213737_Los_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_Una_Alternativa_a_la_Gestion_del_Agua_de_Lluvia
- Polanco Andrade, A. M., & Sánchez Vega, A. E. (2012). *Diseño hidráulico de losas en pavimento poroso rígido como estructuras complementarias al drenaje pluvial de Bogotá* (Tesis de

Ingeniería Civil). Repositorio de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11150>

Ramírez, L. C. (2010). *Tecnología del concreto permeable o ecologico en la construcción.* (Tesis de Especialista en construcción) Repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de México
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8684/Tesis.pdf?sequence=1>

Rivera, G. (2011). *Agregados para mortero o concreto.* Universidad del Cauca

Rivera, M. E. (2017). *Concreto permeable con adición de tiras de plástico y su aplicación en pavimentos rígidos de tráfico liviano.* (Tesis de Licenciatura). Repositorio de la Universidad de San Carlos de Guatemala . <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6866/>

Roa, J. B., & Bocanegra, D. A. (2017). *Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales.* (Tesis de Ingeniería Civil) Repositorio de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5374/P%C3%A1ezBocanegraDiegoAlberto2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rosales, A. A. (2017). *Concreto Permeable como Sistema de Drenaje de Agua Pluviales en Estacionamientos, caso Farmacias San Pablo, Scurra Tláhuac-Culhuacán.*

Tecamachalco. (Tesis de Ingeniería) Repositorio del Instituto Politécnico Nacional

Sánchez, M. E. (2012). *Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable.* (Tesis de Ingeniería Civil) Repositorio de la Universidad de El Salvador .
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3929/1/Dise%C3%B1o,%20proceso%20constructivo%20y%20evaluaci%C3%B3n%20post%20construcci%C3%B3n%20de%20un%20pavimento%20r%C3%ADgido%20de%20concreto%20permeable.pdf>

Sara, P., & Ignacio, Domenech . (2008). LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE: UNA ALTERNATIVA A LA GESTIÓN DEL AGUA DE LLUVIA. *Universidad Politécnica de Valencia* .

Suárez, J. E. (2014). *Diseño estructural de un pavimento permeable mediante la relación de vacíos y su aplicación al drenaje vial.* (Tesis de Ingeniería Civil) Repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador . <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2217>

The Inter-American Network of Academies of Sciences y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2015). *Desafíos del agua urbana en las Américas.* Unesdoc.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245202>

Trapote Jaume, A., & Fernandez Rodriguez, H. (2016). *Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible.* Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales.

<http://agroambient.gva.es/documents/163005665/163975683/AGRICULTURA8-16I+memoria/1d8cb413-3eb3-4f5e-a247-e4466a59b21c>

Valverde, F. W. (2014). *Desarrollo de hormigones permeables enfocado al diseño de mezclas, construcción de obras y a la protección ambiental, basado en las normas aci, Astm E Inen.* (Tesis de Ingeniería Civil) Repositorio de la Universidad San Francisco de Quito
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3369>